

피난

인간 보행에 적합한

유도

● | 위험관리정보 ②

저자 James D. Amy, Jr. | 출처 IPF 2004년 11월호 | 번역 김 은 협회연구건설정부서원

초고층 또는 대형·다중이용 건축물에서 화재 등 재해발생시 대형참사를 예방하기 위하여 대규모 관람장, 지하철역사 등의 바닥면에 설치하는 피난유도표지 설치가 주목받고 있다. 화염으로 인해 조명과 피난표지의 식별이 곤란하게 되는 경우 피난유도표지는 피난경로를 지속적으로 확인할 수 있는 수단이기 때문이다. 특히 지난 9.11 세계무역센터 테러 당시, 공포와 암흑 천지의 상황에서 빌딩 내에 설치되어 있던 피난유도표지는 많은 인명을 구하는데 크게 기여하기도 하였다. 축광 피난구 표지는 빛을 축적해 배터리 등의 전기적인 요소로 작동하는 비상조명과 달리 주위환경에 상관없이 작동할 수 있어 유지관리 측면에서 비상조명의 문제점을 보완할 수 있다. 더욱이 피난경로를 따라 이동할 수 있어 피난자가 얻는 심리적 이익도 함께 얻을 수 있는 잇점으로 전망 또한 매우 밝다.

어떻게 피난하는 것이 가장 좋은지 알 수 있다. 비상조명에 추가하여 피난유도표지를 적용하는 것에서부터 모든 비상조명을 대신하는 것까지 어떠한 방식으로든 현재 변화는 시작되었다.

■ 사진 1. 선박 계단의 피난유도표지



1 비상조명의 변화

비상조명 분야에서 새로운 대체방안으로 바닥면에 설치하는 비상조명인 피난유도표지(Pathway Marking)로의 변화가 필연적인 것으로 예견되고 있다. 일반적으로 실의 상부에 설치되는 일상생활을 위한 조명과 비상조명은 모두, 심각한 피해가 발생했던 화재의 주요 위험요소인 연기로 인하여 식별이 곤란하게 된다. 화염 가까운 곳에서는 농도 짙은 연기가 높은 온도로 인하여 천장으로 상승하게 된다. 화염으로부터 먼 곳에서는 연기 온도가 떨어지게 되고, 연기가 복도로 확산되어 흩어지게 되면 멀리 있는 피난구 표시를 식별하기 어려울 수 있다. 연기로 인하여 실의 상부에 위치한 조명이나 피난표지의 식별이 곤란하게 되는 경우, 피난유도표지는 피난경로를 지속적으로 확인할 수 있는 수단으로서 인정받고 있다. 비상조명과 달리 피난시 이동하게 되는 피난로의 윤곽을 연속적으로 보여주는 피난유도표지를 보고 건물 내 거주자는

2 배경

피난하는 사람에게 피난경로 상에 연속된 표식이 필요하다는 생각은 1980년대 민간 여객기 내 통로 표지의 적용으로 미국에서 시작되었다. 1989년에는 캘리포니아에서 특정 형식 건물에 피난유도표지가 설치되었고, 여객선과 정기항공기에는 1993년에 설치하게 되었다. 1990년 후반에는 통근기차에 피난유도표지를 설치하기에 이르렀다. 최근 이러한 시스템이 건물, 터널, 그리고 기차와 지하철 승강장에 보다 광범위하게 요구되고 있다.

이러한 시스템의 적용은 재실자가 피난경로를 찾지 못한 불행한 비극적 사건에서 시작하게 되었다. 예를 들면, 158명이 사망한 Scandinavian Star 화재가 선박 항로 산업에 있어 전환점이 되었다. 스프링클러 설비 적용과 피난유도표지와 유사한 해운 분야의

하부조명시스템(Low Location Lighting)에 대한 안전 요구가 화재로 인한 피해의 반대급부로 급속히 일어났다.

9.11 사건은 미국의 건물에 있어 큰 전환점이 되었다. 워싱턴의 국방부 청사인 펜타곤(Pentagon)에서는 Flight 77이 충돌하면서 발생한 거대한 화재로 인하여 건물 내 사람들은 피난경로를 찾지 못했다. 사건 이후 펜타곤 건물의 개보수 공사에는 피난성능을 향상시키기 위한 피난유도표지 시스템 설치가 포함되었다. 1993년 세계무역센터(World Trade Center)의 지하주차장 폭발사건 당시 계단은 완전한 암흑상태였고, 이후 대안으로 피난유도표지가 설치되었다.

9월 11일 아침, 건물에는 배터리전원에 의한 비상조명이 설치되어 있어 건물이 붕괴되기 전까지 상당시간 동안 작동되었고, 설치된 피난유도표지는 건물 내 사람들이 피난하는데 보다 많은 도움이 되었다. 건물 내 피난경로에 익숙치 않은 다수의 피난자들이 피난로를 안전하게 인지할 수 있었다.

9.11 사건을 계기로 국제연합(The United Nations), 뉴욕시 당국, 그리고 미 정부기관들은 안전을 위한 여러 대안 중에서도 특히, 피난유도표지가 결정적인 안전요소가 될 수 있다는 것을 알게 되었다. 뉴욕시는 고층건물의 계단에 피난유도표지를 하도록 건물기준

개정안을 제출하였고, 국제연합은 2년 전부터 그들의 건물 내 모든 계단과 복도에 피난유도표지를 설치하도록 하고 있다. 뉴욕의 몇몇 고층건물 소유자들은 자발적으로 피난유도표지를 설치하였다.

3 비상조명의 교체

단순히 추가 설치하는 시스템으로서가 아니라, 피난유도표지가 비상조명으로써 일부분 또는 전체를 담당할 수 있다는 인식이 확산되는 것은 놀라운 일이 아니다. 호주, 뉴질랜드, 미국의 스타디움과 극장에 적용된 사례가 있다. 전기장치가 없는 계단의 각 단을 밝게 하기 위하여 축광(Photoluminescent)물질이 채택되었다. 축광 물질은 주위의 빛을 축적하였다가 전원이 끊어지거나 연기로 인하여 상부의 조명이 흐려지는 등 주위가 어두워졌을 때 빛을 발하는 것이다.

최근, 뉴질랜드는 비상조명 대신에 피난유도표지를 허용하도록 하는 건물기준 개정안을 제시했다. 머지않아 다른 나라들도 선례를 따르게 될 것이다. 그러나 피난유도표지가 비상조명으로서 모두 상황에 적용하는 것이 적합하다는 것은 아니다. 전시계획에 따라 통로가 변경되어야 하는 컨벤션 홀 같은 곳에서는 상부의 조명이 불가피할 수 있다.

■ 사진 2. 평상시와 암흑 상태에서의 피난유도표지



4 피난구 표시

비상조명을 피난유도표지로 교체하고자 할 때 항상 부딪히게 되는 반대 의견은 피난유도표지가 비상조명 만큼 피난로를 환하게 비추지 못한다는 것이다. UL(Underwriters Laboratories) 이축광 피난구 표지를 전기를 전원으로 하는 피난구 표시와 동등하게 실험하여 인정되기 전까지는 축광 피난구 표시에 대해 유사한 반대 의견이 있었다. 전기를 전원으로 하는 피난구 표시만큼 밝지는 않지만, 축광 피난구 표시의 밝기는 어둠 속에서 90분을 지속한 뒤에 평가기준이 되는 거리에서 식별 가능할 정도로 충분히 밝다. 이러한 표시가 얼마나 지속될 것인가에 대한 이의가 있기는 하지만, 피난구 식별이라는 목적을 달성하지 못한다는 것을 증명할 자료는 전혀 없다.

축광 피난구 표시의 장점은 일단 빛이 축적되면 주위환경에 상관없이 작동한다는 것이다. 유지관리를 해야 하고, 비상시 작동하지 않을 수도 있는 배터리와 전구 등의 전기적인 요소가 없다. 전기를 전원으로 하는 피난구 표시는 작동하지 않는 경우가 흔하다. 기술 부족이 주요 원인인 경우를 제외하고는 특정 상표나 표시 형식의 잘못이라기보다 이러한 경우는 유지관리의 결함에 의한 것이다. 이러한 점을 비교해보면

유지관리 측면에서 축광 물질이 수월하다.

축광 피난구 표시의 또 다른 문제점은 주위에 축적할 수 있는 빛이 있어야 한다는 것이다. 일반적으로 실에 설치된 조명이 고장난 경우 건물 소유주나 관리자가 수리하지 않는 경우는 없다. 하지만 이상과 같이 주변 빛의 부족에 대한 논란이 일어날 수 있는 곳은 동작감지센서에 의해 작동하는 곳, 사람이 실내에 들어온 경우에 전원을 올려 조명을 켜는 곳이나 조도가 표지에 축적되기에 충분하지 않은 곳이다. 특정 실에서 빛이 활성화된 움직임으로 작동되는 것을 새로운 에너지기준에서 필요로 하는 경우, 평상시에 조명이 자동으로 꺼지도록 설정된 곳에는 설치되지 않도록 모션 액티베이터(motion activators)를 이용하여 축광제품의 사용을 면밀히 조정하여야 한다.

축광 피난구 표시가 전력을 소모하지 않기 때문에 the Environmental Protection Agency's EnergySTAR Program의 2004 수정내용에 포함된 것이 흥미롭다.

5 피난경로의 정의

앞서 언급된 바와 같이 피난유도표지가 상부의 비상조명보다 어둡다는 비판은 계속되고 있다. 실의 상부에 설치된 조명은 거주자의 주위를 밝게 하지만, 피난유도표지는 거주자 주변 환경에서 피난에 필요한 요소들만 식별할 수 있도록 한다. 피난유도표지는 벽과 천장에는 어렴풋이 빛을 발하지만 사람들이 그들이 보고 있는 것이 계단인지, 난간인지, 디딤판인지 주저하지 않고 위치를 알 수 있도록 계단, 난간, 디딤판을 식별하는 것이 주된 목표이다.

피난에 있어 핵심이 되는 요소를 식별하기 위해 모든 공간이 밝을 필요는 없다. 이것이 피난유도표지가 상부의 비상조명과 같은 조도를 가지지 않아도 피난경로 확인이라는 목적을 만족할 수 있는 이유이다. 실제로 캐나다국립연구위원회(the National Research Council of Canada(NRCC))가 1999년에 수행한 연구를 보면 피난



유도표지 시스템을 한번도 본 적이 없는 거주자일지라도 사전훈련 없이 계단을 내려오는데 전혀 어려움이 없었고, 피난 속도는 조명이 모든 부분에 있거나 비상조명으로 환한 상태에서 다른 건물의 계단을 내려오는 것과 비슷했다. NRCC에서는 축광 피난유도표지가 “에너지 소비가 없고 전선이 필요하지 않으며, 최소한의 유지관리를 필요로 하고 영구적으로 빛이 충분히 제공되는 곳에 설치된다는 조건하에서 전적으로 신뢰할 수 있으므로 기존의 전기를 전원으로 하는 비상조명에 대해 비용-효과적 추가 설치나 잠재적 교체까지 이루어질 것으로 보인다.”고 기술한 연구가 있었다.

6 피난자 행동

피난유도표지가 피난자에게 유용한 이유를 완벽하게 이해하기 위해서는 비상시 인간의 거동을 살펴볼 필요가 있다. 비상상태에서는 일반적으로 패닉(Panic)이 발생하게 된다고 오래전부터 생각되었지만, 지금은 관념적으로 규정되어진 것이라기보다는 예외적인 것으로 알려지고 있다. 대신에 인간은 특히 자신이 피난할 수 있는 능력을 가지고 있다는 확신을 가질 때 이성적인 방식으로 행동하고자 한다. 피난자에게는 유감스럽지만 기존의 비상조명은 일상생활 조건에 놓여있을 때보다 피난방식에 대하여 아무런 실마리도 제공하지 못한다. 피난자가 주위환경이 낯설다면 30m 이상 떨어진 곳에 있는 연기로 의해 흐려진 피난구 표지를 알아보는 것은 어려운 일이다. 그에 비하여 피난유도표지는 항상 피난경로를 따라 이동할 수 있으며, 이러한 특성으로 인해 피난자가 얻는 심리적인 이익은 과소평가할 수 없는 것이다.

위로 올라가거나 아래로 내려가야 하는 계단에서의 많은 이동

은 피난자가 일상에서 기본적으로 행하게 되는 행동이 아니다. 고층건물에서 생활하는 사람들은 원하는 위치로 이동하기 위해 엘리베이터를 이용한다. 이것은 비상상황에서 해야 할 일이 무엇인지 알아야 하는 사람들을 무지하게 만든다. 계단에 익숙하지 않은 사람들은 자신이 있는 층의 피난구 위치도 모르는 경우가 있다. 게다가 어떤 고층건물의 계단실 문은 경보가 울리기 때문에 거주자가 원하더라도 계단을 이용하는 데 익숙해질 수 있는 기회조차 없다.

평상시 계단을 내려갈 때 몸의 움직임과 환경의 단조로움은 피난자의 주의를 세부적인 부분으로 환기시킨다. 이러한 행동은 계단 내의 다른 사람과 자신이 피난구로 나가고 있다는 의식마저 잊은 상태에서 피난자는 난간을 꼭 잡고 한 발을 내딛는 것에만 집중하게 되는 비상상황에서 두드러진다.

9월 11일 테러 사건 당시 생존자인 Al Masetti씨는 세계무역센터 북쪽 타워의 73층으로부터 아래로 이동하는 동안 이러한 “터널 시각(tunnel vision)”을 언급했다. 그는 대부분의 동료들과 달리 계단을 이용하는 것에 익숙했다. 계단이 수평으로 이동(하나의 계단이 끝나는 부분에서 다음 계단의 시작하는 곳으로 연결되는 복도)하게 되는 수평전환복도(horizontal transfer corridors)에 대해서도 알고 있었다. 피

난유도표지에 대해서도 알고 있었고, 이를 피난통로에서 이동하는데 활용하였다. 피난유도표지가 최종 출구까지 자신을 안내해 줄 것이라는 것을 알고 있었기 때문에 앞으로 나아가는데 확신을 가질 수 있었다.

그가 수평전환복도 중 하나를 따라 이동하고 있을 때, 앞서 이동한 몇 명의 사람들이 피난경로에서 벗어나 피난구로부터 멀어지는 방향의 문으로 이동하고 있었다. 다른 이들은 이러한 행동을 무시했고 일부는 잘못된 길로 가는 것을 알지 못하는 듯 보였다.

그는 피난유도표지를 따라가도록 이동방향을 재차 주시시켰다. 사람들은 다소 멍한 상태였다. 상당수는 공격 당시 발생한 빛에 노출되어 거의 쇼크 상태였다. 비상상황에서 평상시와 동일한 수준의 사고를 할 수 있을 것이라고 예상하는 것은 합리적이지 못하다. 간단하고 직관적이며 연속적인 방향을 피난자에게 제공한다라는 것은 그들이 집중할 수 있는 무언가를 의미하는 것이다. 다행히도 9월 11일의 테러사건은 일반적인 비상 시나리오가 아니었다. 게다가, Twin Tower만큼 높았던 건물은 그리 많지 않다. 그러나 2003년 8월 미국 북동부에서 전력 중단으로 발생했던 상황과 같이 계단 내 조명이 없으면 이동능력이 떨어지게 된다.

뉴욕시에 있는 모든 건물에 비상조명이 요구되지는 않는다. 어떤 건물에는 발전기가 있지만 작동하지 않았고, 다른 건물은 배터리에 의한 조명시설을 가지고 있었지만 배터리는 한 시간 이내 또는 장기간의 기능정지로 제 기능을 하지 못했다. 건물에 있던 사람은 처음에는 사무실에서 피난할 수 있었지만, 완전 암흑 속에서 계단을 걸어 올라가 아파트 복도로 들어가야 했다.

전력 중단이 화재로 인해 제기되는 인명에 대한 위협과 동일하게 간주될 수는 없겠지만, 빛

■ 사진 3. 9.11 당시 세계무역센터(World Trade Center) 계단에 설치된 피난유도표지



이 없는 계단을 내려가는 것과 같이 피난자가 상해를 입을 수 있는 잠재된 위험이 증가하는 것을 허용하거나 가볍게 생각해서는 안 된다.

7 기술과 이력

피난유도표지에 사용될 수 있는 기술에는 크게 두 가지 형식이 있다. 하나는 전기적으로 동력을 만드는 것이다. 대부분의 여객선은 LED-based(light emitting diode, 발광다이오드)를 기본으로 한 것인 전기적 동력 시스템을 사용하고 있고, 이는 유지관리가 용이하다. 하지만 1998년 Ecstasy 화재시 유감스럽게도 전기적 동력 시스템이 작동되지 않았다.

국가운송안전협회(National Transportation Safety Board)에 따르면, 배의 함교(지휘대)에 있는 제어패널은 이상 경보를 울려 정적을 깨트렸다. 전기 담당 책임자는 시스템 전원을 차단하였고, 그로 인해 배 전체가 움직이지 못하게 되었다. 두 명의 승무원이 짙은 연기로 인해 피난로를 찾지 못하고 욕실로 피난하였다. 궁지에 몰린 탑승원들은 이후 구조팀에 의해 발견되어 구조되었다.

이 사고는 기능유지가 고려되지 않는 상태에서 전기적 동력 시스템이 작동

하지 않을 수 있다는 것을 보여준다. 게다가 그러한 시스템은 비상조명과 같은 비상전원을 사용하는 시설과 동일한 전원에 의존하고 있다. 비상발전기가 작동하지 않은 뉴욕시의 정전사고처럼 비상전원이 작동하지 않으면, 비상전원을 사용하는 상부의 비상조명과 피난유도표지는 점등되지 않게 된다.

피난유도표지 시스템에 사용될 수 있는 다른 기술 형식은 축광식이다. 축광 물질은 평상시 빛을 흡수한다. 전원이 상실되거나 조명이 어두워지면 축광 물질에서 나오는 빛이 선명해진다. 이러한 물질이 LEDs(발광 소자)만큼 밝지는 않지만, 비상상황에서 주변의 조건에 구애받지 않고 오랫동안 빛을 발하게 된다. 임의로 끌 수는 없지만, 시간이 지나면 배터리가 충전된 만큼 작동되는 것과 유사한 개념으로 비상 상황 이전에 흡수한 에너지가 소모되는 것에 따라 빛이 감소하게 된다. 그러나 고품질 안전등급의 축광물질이라면 처음 한 두 시간 동안 환한 빛이 유지되고, 피난자가 최종 출구까지 그들의 경로를 찾아가기에 충분하다.

8 피난유도표지의 전망

과거 20년간 피난유도표지는 민간 여객기에서 승객들을 단시간에 피난시키기 위한 개념으로부터 시작하여 수십만 제곱미터에 달하는 면적을 가진 복잡한 건물과 사무실의 모든 부분과 세계 모든 여객선의 통로와 계단 전체에 적용되고 있다. 하나의 비행기에서 이 시스템의 적용은 수십 미터의 경로에 불과하지만, 선박에서는 셀 수 없이 많은 경로가 수 킬로미터의 표지로 구성되어 표시된다. 터널이나 건물도 수 킬로미터의 피난유도표지를 사용하게 된다.

가치에 대한 논쟁은 계속 이어질 것이지만, 기존의 비상조명등을 피난유도표지로 교체하고 보다 광범위하게 사용되는 방향으로 진행되고 있다. 시스템의 가치는 시간이 흘러 피난유도 표지가 적용된 장소에서 화재가 발생하게 될 경우 그 사례를 통해 객관적으로 평가될 것이다. 🚒

※ 보다 상세한 것을 원한다면 www.rjainc.com을 참조하기 바람.